

青藏高原的板块构造

常承法

(中国科学院地质研究所)

青藏高原处于欧亚板块和印度—澳大利亚板块的接合地带,前者主要由大陆构成,但也包括北大西洋一部分,后者包括印度洋东北部,印度和澳洲大陆。在青藏高原范围内至少发现有四条缝合带,从南到北为时代逐渐变老的雅鲁藏布江缝合带、班公湖—怒江缝合带、尤木错—金沙江缝合带和昆仑缝合带。被它们分隔开的块体由南而北为印度陆块、拉萨陆块、羌塘—昌都陆块、松潘—甘孜褶皱带和昆仑陆块。那末,欧亚板块和印度—澳大利亚板块的分界线究竟在那里呢?这是地学界所关心的问题。

根据划分板块主要应以地壳性质(洋壳还是陆壳)和基底硬结年代为依据的原则,晚古生代时欧亚板块和印度—澳大利亚板块的界线在青藏高原,即龙木错—金沙江缝合带一线,这条界线以南的珠穆朗玛峰地区、羊八井及往北的安多地区,变质岩中锆石的继承铅年龄均为前寒武纪。显然,这两个陆块都是由古老物质组成的。

更往北到羌塘—昌都陆块区,基底岩系只见于羌塘地区的几个抬升断块中,以千枚岩、板岩、石英岩、石英片岩和云母片岩为代表。向西可与中和东南帕米尔寒武—泥盆纪(碳酸岩为主夹陆源碎屑沉积岩)之下的太古代—中元古代的结晶岩对比。考虑到在羌塘西部雅西尔错和拉竹尤一带也有地台型志留系出露,向东至碱湖附近上泥盆统碱湖群也为地台型沉积,以及更向东到昌都地区至少从奥陶纪起就有地台型沉积发育,这样对比的结果,羌塘地区出露的变质岩也可能属于前寒武系。但是它们的年代究竟是多少,需要通过同位素年龄的测定来确定。

在这个广泛发育的前寒武系基底上,有一套地台型沉积,在喜马拉雅西段始于晚前寒武纪—早寒武世的巨厚盐层,在喜马拉雅中段始于震旦到寒武纪的碎屑岩和碳酸岩层,接着是基本稳定的碳酸岩—页岩,暗示了相对的构造稳定性。石炭—二叠纪的含砾板岩及舌羊齿植物群不仅发现于珠穆朗玛峰北坡,而且在雅鲁藏布江以北也有其存在的踪迹。认为属于冰水沉积的含砾板岩及伴生的冷水动物群更向北越过了现代的班公湖—怒江缝合带。虽然在晚石炭世在班公湖—怒江缝合带以北的羌塘地区,早二叠世早期在雅鲁藏布江以北的拉萨陆块区可以辨明反映冈瓦纳大陆寒冷气候和反映特提斯区温暖气候的动物群之间的混生现象,但是似乎合理的解释应当是这种广阔的浅海使得海洋生物易于传播,除了按严格的纬度分布外,不具分区意义。因此,可以说现在的金沙江缝合带以南在古生代时是一个非常大的地台区,并且在石炭—二叠纪冰川作用最大时期为宽约2000公里的边缘海所淹没。

昆仑带是欧亚大陆的一部分,它通过强烈的海西褶皱作用而变形和硬化。沿昆仑南缘—阿尼玛卿断裂带另呈分布的蛇绿岩和混杂堆积,可能标志着一个俯冲带的位置。此线以北广

泛的花岗岩和花岗闪长岩侵入岩带，可能就是这种俯冲作用和有关的挤压作用的直接结果。在中生代初，古亚洲完全克拉通化。中亚北部早先的古生代海向南退到古生代晚期即已发育的古特提斯中。

与此同时，古特提斯以南的广大地区，包括拉萨陆块以及喜马拉雅的一些地区，二叠纪晚期也上升成陆，海水向南退缩。到三叠纪初，除拉萨陆块的北部以外又受到新的海侵。

二叠纪时作为世界性的大裂陷作用时期的一个结果，冈瓦纳大陆的北缘因裂陷作用而与其母体断开，后来由于向北漂移，在它的后面张开形成了新特提斯，并使得它前面的古特提斯变窄。位于新和古特提斯之间的小大陆，我们称之为藏北陆块。它向西包括阿富汗、伊朗和土耳其，向东南延伸至红河和奠边府一线以西的东南亚地区，所以有人称其为细墨利大陆。

古特提斯演化的时间是从二叠纪到晚三叠世。二叠纪时期在玉树至邓柯一带发育一套海底火山岩系，主要为安山质角砾熔岩、枕状熔岩夹砂岩和硅质岩；三叠纪沿西金乌兰—结古一带形成以海底火山喷发岩为主的洋壳建造，并常与方辉橄榄岩和辉长岩共生。火山岩从钙硷性到拉斑玄武岩的变化，反映了洋盆从分裂初期发展到成熟阶段。

晚三叠世古特提斯洋底向藏北陆块下面俯冲。从俯冲带向外依次形成俯冲混杂堆积体、沙鲁里钙硷性花岗闪长岩带和义敦—巴塘火山弧，同时在俯冲带上面形成弧后盆地，即班公湖—怒江弧后盆地。它做为藏北陆块内的一个小的洋盆，可能在晚三叠世（？）到侏罗纪打开。其盆底的仰冲发生于晚侏罗世，因为在藏北东巧一带，蛇绿岩被侏罗纪最晚期到白垩纪最早期的陆上到浅海的沉积地层海侵式地覆盖。这次仰冲可能与一个向北倾的俯冲带有关，并导致拉萨和羌塘陆块之间在侏罗纪最晚期—白垩纪最早期发生碰撞。

新特提斯的演化经历的时间为二叠纪到新生代。克什米尔地区以及雅鲁藏布江带昂仁—拉孜地区二叠纪火山岩，可能显示裂陷活动的开始。根据微量元素的研究，已证明克什米尔地区的旁遮耳暗色岩是在裂陷构造背景下喷发的。随着广泛的裂开活动和正断层活动，冈瓦纳地台在特提斯喜马拉雅地区经受了快速的沉陷。雅鲁藏布江以南三叠纪到侏罗纪地层在陆坡—陆隆上面沉积下来。洋壳建造主要是在侏罗—白垩纪形成的，它以蛇绿岩为代表，但其上部的基性火山岩可与深海沉积呈互层或侧向过渡为深海沉积。由角砾状基性和超基性岩碎屑（蛇绿质）组成，在一些地方覆盖在蛇绿岩套的球状玄武岩上面的晚侏罗—早白垩世的蛇绿质深海沉积，可能代表海沟沉积。它似乎暗示在西藏一段新特提斯洋底俯冲的时间，比通常认为的要早些。这似乎还和拉萨以南、同时代的钙硷性火山活动相巧合，因此有人认为班公湖—怒江小洋盆不是古特提斯洋底向南俯冲产生的弧后盆地，而是新特提斯向北俯冲产生的弧后盆地。在目前资料尚不够完全的情况下，本文采取了前一种看法。目前较普遍的看法是，新特提斯洋壳的俯冲和消亡发生在白垩纪中期，与俯冲作用同时，形成了一个完整的弧—沟构造格局，自南而北可分出冈底斯岩浆—火山弧、日喀则弧前盆地、俯冲混杂体和被蛇绿质沉积充填的深海沟。洋壳俯冲导致蛇绿岩侵位于雅鲁藏布江带和新特提斯的关闭及印度与欧亚在始新世早期发生碰撞，这反映在大约55百万年前，印度洋的扩张速率变慢。印度和欧亚大陆顺雅鲁藏布江的碰撞，不仅导致喜马拉雅和青藏高原的形成，而且也开始了以广泛的大陆地壳内部的变形为特征的中亚和南亚的现代构造体制。

综上所述不难看出，雅鲁藏布江缝合带仅仅是把青藏高原分成为几个陆块的几条缝合带

中的一条。因此，青藏高原是几次碰撞的产物，与印度的碰撞是最后的、最重要的一次碰撞。拉萨和昌都-羌塘陆块过去都是冈瓦纳大陆的一部分。根据地层和构造的研究，以及同位素年代测定和古地磁资料，目前已能初步提出一个现在是印度-亚洲一部分的陆块从120—140百万年前以来演化的地球动力学模式。当然，随着工作的深入，将会提出青藏高原岩石圈更为完善的地球动力学模式。

与板块运动不同阶段相适应，岩浆活动亦表现出明显的差异性。为了获得地质年代资料 and 确定花岗岩类物质的来源区，在唐古拉山以南地区曾相当系统地进行过采样与研究。例如雅鲁藏布江缝合带和班公湖-怒江缝合带蛇绿岩的铅同位素分析结果，二者显示出显著的差别。前者可与现代的洋中脊环境相比较，后者具有较高的 Pb^{207}/Pb^{204} 比，类似于东地中海的蛇绿岩。这与我们前面分析的班公湖-怒江蛇绿岩形成于一个小弧后盆地的看法是一致的。

近年来对冈底斯岩浆-火山弧做了大量的工作。冈底斯深成岩带包含一系列辉长岩、闪长岩、花岗闪长岩体，它们是在95—40百万年前侵入的。钕、铈和铅同位素表明，它们是幔源成分和陆壳物质混合的结果。林子宗组火山岩（晚白垩世—早第三纪）具有与上述相同的特征，暗示具有相似的成因。不论前者还是后者地壳组分似乎都占优势。更往北，羊八井、古鲁和安多花岗岩带，年龄分别为50、100和100百万年。其铅同位素成分表明，它们是基岩物质的部分熔融的产物。从地球化学的角度来看，冈底斯带看上去像一种位于陆壳上面的与俯冲有关的杂岩，类似于内华达山岩基，而北面的其它的侵入体则属于深熔花岗岩类。

喜马拉雅地区花岗岩的年龄大多落在10—20百万年内，并以高铈初始比为一特征（0.708—0.81），铈初始比的这种分散情况说明，这些花岗岩主要来源于地壳，并且常常显示出同位素的不均一性。在我国喜马拉雅境内，可分出北面的康马-拉轨岗日岩带和南面的高喜马拉雅岩带。

唐古拉山以北虽然目前做的工作还不多，但是对于那里的深成岩和火山岩也可按上述模式去理解。

青藏高原的地壳很可能是通过南北向的均匀缩短而变厚的，这种变形过程，能够说明作为青藏高原特征的、广布的浅层褶皱作用和冲断作用，也可解释高钾的火山活动和可能为陆壳部分重熔结果的浅成花岗岩侵入。青藏高原明显的地壳加厚作用，要求下部地壳最终被加热到60—70公里深度所特有的温度。因此有人推断青藏高原近代的火山活动可能是下地壳熔融的结果。其下的上地幔中比较高的地震波传播速度实际上可以作为地幔最上部太冷以致不能部分熔融和火山岩的来源是在下部地壳内的证据。显然，上地幔、下地壳和上地壳处于不同的物理状态：前者似应以塑性变形为特征，上部地壳则主要表现为脆性变形，分隔它们之间的界面应主要表现为滑脱或解耦。但是应当指出，在上地壳中仍有低速层存在，它们可能都是一些冲断面。青藏高原广布的浅源地震，一些年轻花岗岩的形成和强烈的地热显示，似乎都可以用陆壳内的冲断活动来解释。下地壳的塑性变形和上地壳的冲断重迭，则是地壳加厚的主要原因。鉴于地壳的加厚作用达到了惊人的宽度，广阔地带的均衡抬升就形成了青藏高原，它和喜马拉雅山脉现在的高度则是上新世末以来抬升的结果。

这样，可以清楚地看出造山活动中心由北向南的迁移，并且可以用从冈瓦纳大陆分裂出来的陆块相继向北漂移和它们与欧亚大陆的碰撞以及向欧亚大陆的增生来解释。

由于篇幅限制，仅予扼要论述，图表及参考文献也只得割爱。